Aus der Medizinischen Poliklinik der Universität Marburg
Direktor: Professor Dr. Klewitz

# Untersuchungen über den Einfluß des Follikelhormons auf Pflanzen.

Inaugural-Dissertation

zur
Erlangung des Doktorgrades in der Gesamten Medizin
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Walter Beykirch
aus Viernau

Marburg a. d. Lahn 1939
Universitäts-Buchdruckerei Joh. Aug. Koch (Dr. C. Hitzeroth)

Angenommen von der Medizinischen Fakultät Marburg
am 20. 9. 39

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät
Referent: Prof. Dr. Klewitz

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

In den letzten Jahren wurden von verschiedenen Seiten Versuche gemacht, die den Einfluß von Follikelhormon auf Pflanzen zum Gegenstand hatten. Es hatte sich nämlich gezeigt, daß man Follikelhormon nicht nur aus tierischen Organen oder Stoffwechselendprodukten darstellen konnte, sondern auch aus Palmenkernen (Oestron) und Weidenkätzchen (Oestriol) [1].

Wenn es sich hier also um Wirkstoffe handelt, die sowohl im Tierreich wie auch im Pflanzenreich vorkommen, so wäre es theoretisch möglich, analog den Ergebnissen mit tierischem Material, auch positive Ergebnisse bei Pflanzenversuchen zu erzielen.

Um den Begriff des Follikelhormons kurz zu erläutern, möchte ich A. Butenandt anführen: „Dem physiologisch einheitlichem Begriff „Follikelhormon" entspricht chemisch eine ganze Gruppe von reinen Verbindungen, die auf Grund ihrer Wirksamkeit und ihres Vorkommens diese Bezeichnung für sich in Anspruch nehmen können. Die zur Oestrongruppe gehörenden Verbindungen weisen nur quantitative Unterschiede in Bezug auf physiologische Wirksamkeit auf. (Begriff der Gruppenspezifität)".

Die Versuchsanordnungen verschiedener Autoren, die sich mit der Einwirkung von Follikelhormon auf Pflanzenwachstum befaßten, haben jedoch nicht zu dem gleichen Ergebnis geführt, sondern widersprechen sich zum Teil. So konnten W. Schoeller und H. Göbel nachweisen, daß mit Progynon behandelte Calla, Hyazinthen u. Maiglöckchen früher und z. T. öfter blühten als unbehandelte Pflanzen. Ähnliche Versuche von H. Euler und B. Zondeck hatten jedoch bei Hyazinthen und Hefe keinen Erfolg, auch nicht bei gleicher

[1] Butenandt u. H. Jakobi.

Versuchsanordnung. Positive Ergebnisse im Sinne einer Wuchsförderung haben ferner H. Orth, K. Scharrer und W. Schropp, Küstner, Janot gefunden. Zu negativen Ergebnissen kamen: A. J. Virtanen, v. Euler und Burström, Harder und Störmer.

Zu dem ersten Teil meiner Versuche habe ich Progynon-Dragée verwandt, wie sie im Handel erhältlich sind. Es wurden hierzu Dragée zu je 1000 E genommen. Progynon ist schwer wasserlöslich, in 1 ccm $H_2O$ lösen sich maximal 180 Einheiten.

Die angesetzte Lösung wurde über Nacht stehen gelassen und dann vom Bodensatz abfiltriert. Da die angewandten Konzentrationen die obere Löslichkeitsgrenze des Progynons bei Weitem unterschritten, so ist anzunehmen, daß die beabsichtigten Progynon-Einheiten in den Lösungen annähernd erreicht worden sind. Die angegebenen Werte können jedoch nur als Vergleichswerte aufgefaßt werden, da nicht festgestellt werden konnte, wieweit Progynonsubstanz im Bodensatz zurückgeblieben war. (Versuche mit genau dosierten Mengen Follikelhormon sind im zweiten Teil der Arbeit angeführt).

Diese Progynonlösungen wurden nun keimenden Pflanzen zugesetzt, wie aus den folgenden Tabellen ersichtlich ist. Der Wasserzusatz und die Beleuchtungsverhältnisse waren in den einzelnen Versuchsreihen die gleichen. Die Keimlinge werden nun in den folgenden Tagen auf Keimbildung und Wurzel- bzw. Sproßanlage untersucht und deren Länge mit dem Zirkel gemessen.

### 1. Keimversuch mit Gurkenkernen

Eine Stunde in Leitungswasser gequellt. Pro Schale 50 Kerne und 20 ccm Flüssigkeit.

| | nach 72 Stunden | nach 120 Stunden |
|---|---|---|
| $H_2O$ | 1,6 cm Wurzellänge | 0,8 cm Sproßlänge oh. Blätter |
| 500 E. | 1,5 cm Wurzellänge | 0,6 cm Sproßlänge oh. Blätter |
| 1000 E. | 1,5 cm Wurzellänge | 0,4 cm Sproßlänge oh. Blätter |
| 2000 E | 1,2 cm Wurzellänge | 0,4 cm Sproßlänge oh. Blätter |

Man sieht hieraus lediglich eine Hemmung der Entwicklung, die aber nur als unspezifische Wirkung jeder höher konzentrierten Lösung zu deuten ist.

## 2. Keimversuch mit Wicken

Quellzeit 1 Stunde in $H_2O$ mit Zusatz von 50—300 E Progynon.
Je Schale 50 Stück Samen. Auskeimung in Aq. dest. je 30 ccm pro Schale

| Vorgequellt mit | Nach 24 Std. | nach 48 Stunden angekeimt: | Keimlänge: | nach 72 Stunden angekeimt: | Keimlänge: | nach 96 Stunden angekeimt: | Keimlänge: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H_2O$ | (+) | 35 St.=70% | 6 mm | 40 St.=80% | 1,5 cm | 41 St.=82% | 2,2 cm |
| 50 E | (+) | 36 St.=72% | 5 mm | 37 St.=74% | 1,2 cm | 41 St.=82% | 1,6 cm |
| 100 E | (+) | 37 St.=74% | 5 mm | 38 St =76% | 1,0 cm | 39 St.=78% | 1,0 cm |
| 200 E | (+) | 35 St.=70% | 4 mm | 39 St.=78% | 1,2 cm | 40 St.=80% | 1,9 cm |
| 300 E | (+) | 42 St.=84% | 3 mm | 45 St.=90% | 1,3 cm | 44 St.=88% | 1,6 cm |

## 3. Gurkenkerne:

Keimversuch ohne Vorquellung. 20 ccm Lösung pro Schale

| Angesetzt mit | Nach 24 Std. | nach 48 Stunden angekeimt: | Keimlänge: | nach 72 Stunden angekeimt: | Keimlänge: |
|---|---|---|---|---|---|
| $H_2O$ | (+) | 48 = 96 % | 4,0 mm | 48 = 96 % | 1,6 cm |
| 50 E | (+) | 47 = 94 % | 3,5 mm | 49 = 98 % | 1,5 cm |
| 100 E | (+) | 43 = 86 % | 4,0 mm | 45 = 90 % | 1,8 cm |
| 200 E | (+) | 45 = 90 % | 4,0 mm | 49 = 98 % | 1,6 cm |
| 300 E | (+) | 46 = 92 % | 4,0 mm | 47 = 94 % | 1,8 cm |

Bei weiterer Beobachtung zeigte die Entwicklung der Keimblätter in Bezug auf Größe und Chlorophyllgehalt eine deutliche Abnahme von $H_2O$ → 300 E, die ebenso wie in Tab. I als unspezifisch anzusehen ist.

## 4. Hafer:

Quellzeit in $H_2O$: 20 Std. Pro Schale 25 Körner und Zusatz von 5–300 E Progynon in je 20 ccm Lösung. Zwei Kontrollen mit $H_2O$.

Wurzelbildung:

| | Nach 48 Std. Anzahl | Nach 54 Std. Anzahl | Nach 72 Std. Anzahl |
|---|---|---|---|
| $H_2O$ | 6 | 7 | 9 |
| $H_2O$ | 6 | 8 | 11 |
| 5 E | 8 | 9 | 10 |
| 10 E | 6 | 8 | 9 |
| 20 E | 11 | 13 | 15 |
| 30 E | 5 | 7 | 9 |
| 50 E | 3 | 5 | 8 |
| 100 E | 2 | 6 | 7 |
| 200 E | 6 | 6 | 8 |
| 300 E | 5 | 7 | 10 |

Anzahl der grünen oberirdischen Keime und deren Länge:

| | Nach 80 Std. | Nach 93 Std. | Nach 100 Std. | Nach 113 Std. | Nach 123 Std. | Nach 138 Std. | Nach 145 Std. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $H_2O$ | (4) | 6 | 6; 1,3 cm | 8; 2,0 cm | 9; 2,0 cm | 11; 2,3 cm | 11; 3,0 cm |
| $H_2O$ | 2 | 6 | 9; 1,2 cm | 11; 1,6 cm | 11; 1,7 cm | 14; 2,4 cm | 14; 2,7 cm |
| 5 E | 3 | 8 | 8; 1,4 cm | 10; 1,6 cm | 11; 1,8 cm | 18; 2,6 cm | 22; 2,3 cm |
| 10 E | 1 | 6 | 7; 0,9 cm | 9; 1,4 cm | 9; 1,8 cm | 11; 2,4 cm | 11; 2,9 cm |
| 20 E | 4 | 10 | 11; 1,0 cm | 14; 1,5 cm | 16; 1,8 cm | 17; 2,3 cm | 18; 2,8 cm |
| 30 E | 1 | 3 | 4; 1,0 cm | 9; 1,0 cm | 9; 1,0 cm | 10; 1,8 cm | 11; 2,0 cm |
| 50 E | 3 | 3 | 4; 1,5 cm | 8; 1,3 cm | 8; 1,5 cm | 8; 2,2 cm | 8; 2,9 cm |
| 100 E | 2 | 2 | 2; 1,6 cm | 6; 1,2 cm | 6; 1,6 cm | 8; 1,9 cm | 8; 2,3 cm |
| 200 E | 4 | 6 | 6; 1,3 cm | 8; 1,6 cm | 8; 1,7 cm | 9; 2,4 cm | 12; 2,5 cm |
| 300 E | (4) | 5 | 6; 1,4 cm | 8; 1,3 cm | 9; 1,7 cm | 10; 2,3 cm | 10; 2,7 cm |

Wie man aus vorstehenden Tabellen ersehen kann, ist der Progynon-Zusatz ohne jeden makroskopisch erkennbaren Einfluß auf die keimenden Pflanzen geblieben. Die Durchschnittswerte liegen alle bei den Kontrollwerten. Einige Abweichungen hiervon können nicht dem Progynoneinfluß zugeschrieben werden, da sie völlig vereinzelt sind, und andererseits ein fließender Übergang zu benachbarten Werten fehlt. Die Größe der Keimlinge sowie ihr Blattgrüngehalt zeigten auch bei fortgesetzter Beobachtung keinen Unterschied gegenüber den Kontrollen. Falls wirkliche in Progynoneinfluß vorhanden ist, ist er so gering, daß er noch im Bereich der Fehlergrenze liegt u. ohne Weiteres nicht festzustellen ist.

Wenn bei vorstehenden Versuchen ein Einfluß im Sinne einer Wachstumsförderung oder Wachstumshemmung vorhanden gewesen wäre, so könnte man ihn nicht unbedingt dem Progynon zuschreiben, sondern es könnte sich ebenso um die Wirkung von Begleitstoffen handeln. (z. B. Wuchsstoffe-Auxine).

Um den möglichen Einfluß von Begleitstoffen auszuschalten, habe ich ferner eine Reihe von Versuchen angesetzt mit chemisch reinem Follikelhormon, das mir von der Firma Schering-Kahlbaum, Berlin freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde. Es handelt sich hierbei um das Präparat „Oestradiol". Die Versuchsanordnung war die gleiche wie bei den vorigen Versuchen: Schalen mit je 25 Haferkörnern bzw. Wicken auf einer vierfachen Lage Fließpapier. Zusatz von je 20 ccm $H_2O$ und steigende Mengen von Oestradiol, das vorher dem Wasser zugesetzt wurde. Der Zusatz von Follikelhormon-Einheiten (Oestradiol) konnte hierbei genau dosiert werden.

## 5. Keimversuch mit Wicken

24 Stunden in $H_2O$ vorgequellt. Pro Schale 25 Wickensamen.

| | Nach 42 Std. | | Nach 49 Std. | | Nach 64 Std. | | Nach 100 Std. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ausgek. | Wurzell. | ausgek. | Wurzell. | ausgek. | Wurzell. | ausgek. | Wurzell. |
| $H_2O$ | 17 St. | 0,5 cm | 19 St. | 0,6 cm | 20 St. | 1,1 cm | 22 St. | 2,0 cm |
| 0,5 E | 17 St. | 0,5 cm | 18 St. | 0,6 cm | 19 St. | 1,3 cm | 22 St. | 2,0 cm |
| 1 E | 12 St. | 0,6 cm | 12 St. | 0,7 cm | 13 St. | 1,3 cm | 18 St. | 1,8 cm |
| 2 E | 18 St. | 0,6 cm | 19 St. | 0,9 cm | 19 St. | 1,2 cm | 19 St. | 1,5 cm |
| 5 E | 22 St. | 0,6 cm | 22 St. | 0,8 cm | 22 St. | 1,2 cm | 22 St. | 1,6 cm |
| 10 E | 13 St. | 0,5 cm | 14 St. | 0,6 cm | 16 St. | 0,9 cm | 21 St. | 1,5 cm |
| 25 E | 22 St. | 0,8 cm | 22 St. | 1,0 cm | 22 St. | 1,4 cm | 25 St. | 2,1 cm |

Bei weiterer Beobachtung zeigte sich bei dem letzten Keimversuch mit Wicken dem Aussehen nach kein Unterschied im Wachstum und im Blattgrün zwischen den Schalen mit Oestradiol und der Kontrollschale. Man könnte vielleicht in der Reihe mit 25 E Oestradiolzusatz die Andeutung einer Förderung der Wurzelbildung annehmen, außerdem ist hier auch die Zahl der ausgekeimten Pflanzen sehr hoch (100%). Außerdem muß man bei allen Versuchen berücksichtigen, daß es sich bei der Auswertung um Durchschnittswerte handelt, wobei etwa vorhandene hohe Einzelwerte nicht in Erscheinung treten. Ich habe jedoch bei allen Versuchen darauf geachtet, ob die maximalen Einzelwerte der Versuchsschalen die höchsten Einzelwerte der Kontrollen überstiegen. Dies war, abgesehen von einem einzigen Fall im nächsten Versuch, niemals der Fall. Die Durchschnittswerte sind also praktisch berechtigt, und man kann bei den geringen Unterschieden nicht von einer Förderung der vegetativen Entwicklung durch spezifische Einflüsse sprechen.

Weiterhin habe ich einen Keimversuch mit Hafer angesetzt, der aber ebenso wie die früheren Versuche keinen greifbaren Einfluß des Oestradiols auf das Pflanzenwachstum ergab. Eine auffallende Wachstumssteigerung war lediglich

## 6. Hafer und Oestradiol (1—1000 E)

24 Stunden in $H_2O$ vorgequollen. Messung des grünen Sprosses.

| Zusatz von: | Nach 65 Std. | | Nach 100 Std. | | Nach 114 Std. | | Nach 122 Std. | | Nach 138 Std. | | Nach 143 Std. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ausgek. | Länge | ausgek. | Länge | ausgek. | Länge | ausgek. | Länge | ausgek. | Länge | ausgek. | Länge |
| $H_2O$ | 5 Stck. | 0,7 cm | 7 Stck. | 2,2 cm | 8 Stck. | 3,0 cm | 10 Stck. | 2,8 cm | 10 Stck. | 3,7 cm | 10 Stck. | 3,8 cm |
| 1 E | 2 Stck. | 0,4 cm | 3 Stck. | 1,9 cm | 3 Stck. | 2,4 em | 3 Stck. | 3,1 cm | 3 Stck. | 3,7 cm | 3 Stck. | 4,9 cm |
| 2 E | 3 Stck. | 0,6 cm | 5 Stck. | 2,0 cm | 5 Stck. | 2,6 cm | 5 Stck. | 3,2 cm | 7 Stck. | 3,4 cm | 7 Stck. | 3,7 cm |
| 5 E | — | — | 1 Stck. | 1,0 cm | 1 Stck. | 1,5 cm | 1 Stck. | 2,0 cm | 2 Stck. | 1,6 cm | 2 Stck. | 2,0 cm |
| 10 E | 4 Stck. | 0,6 cm | 4 Stck. | 2,7 cm | 5 Stck. | 2,8 cm | 5 Stck. | 3,4 cm | 5 Stck. | 4,9 cm | 5 Stck. | 5,4 cm |
| 20 E | 3 Stck. | 0,5 cm | 3 Stck. | 2,8 cm | 3 Stck. | 3,4 cm | 3 Stck. | 4,3 cm | 3 Stck. | 5,6 cm | 3 Stck. | 6,0 cm |
| 50 E | 3 Stck. | 0,7 cm | 6 Stck. | 2,0 cm | 6 Stck. | 2,8 cm | 6 Stck | 3,2 cm | 6 Stck. | 4,3 cm | 6 Stck. | 4,5 cm |
| 100 E | 4 Stck. | 0,8 cm | 4 Stck. | 3,0 cm | 5 Stck. | 3,2 cm | 5 Stck, | 4,0 cm | 6 Stck. | 4,0 cm | 6 Stck. | 4,3 cm |
| 500 E | 1 Stck. | 0,7 cm | 1 Stck. | 3,5 cm | 1 Stck. | 4,0 cm | 1 Stck. | 5,0 cm | 1 Stck. | 6,5 cm | 2 Stck. | 7 0 und 0,3 cm |
| 1000 E | 5 Stck. | 0.6 cm | 7 Stck. | 2,3 cm | 7 Stck. | 3,0 cm | 7 Stck. | 3,6 cm | 7 Stck. | 4,9 cm | 7 Stck. | 5,4 cm |
| $H_2O$ | 2 Stck. | 0,6 cm | 3 Stck. | 2,5 cm | 3 Stck. | 3,2 cm | 3 Stck. | 3,7 cm | 5 Stck. | 3,0 cm | 5 Stck. | 3,4 cm |

in der Schale mit 500 E Oestradiol festzustellen, wo der einzige, verhältnismäßig spät durchgebrochene Keimling ein rasches Wachstum zeigte. Ich kann mir nicht erklären, worauf dieses rasche Wachstum zurückzuführen ist. Ein Einfluß des Follikelhormons ist für mich nicht wahrscheinlich. Auch sonst liegen in dieser Aufstellung verschiedene Werte über denen der entsprechenden Kontrollen, aber sie sind alle nur vereinzelt und ohne rechten Zusammenhang mit den benachbarten Reihen. Es hat zwar den Anschein, als ob die Keimlinge in den behandelnten Schalen nach 143 Stunden größer wären. In Wirklichkeit ist dies jedoch ein Fehler, der durch die Berechnung der Durchschnittsgröße zustandegekommen ist. In den beiden Kontrollschalen nahm die Zahl der keimenden Körner während der Beobachtung ziemlich gleichmäßig zu, sodaß die Durchschnittswerte nur langsam anstiegen. In anderen Schalen hingegen keimten die meisten keimfähigen Haferkörner bereits in der ersten Hälfte der Versuchsdauer aus, sodaß der Durchschnittswert später schneller ansteigen konnte, weil neue kleine Keimlinge nicht hinzukamen. Im Übrigen waren auch hier die absolut größten Werte für die Sproßlänge dieselben wie bei den Kontrollen.

Ich habe mich bemüht, nach Möglichkeit etwaige Fehlerquellen auszuschalten, indem ich nur reine Samenarten zu den Versuchen verwandte, die mir von einer Großhandlung als garantiert beste Sorten empfohlen worden waren. Auch war der Einfluß von Licht, Luft und Wärme für alle Schalen mit Keimlingen der gleiche.

Zusammenfassend möchte ich feststellen, daß in den beschriebenen Versuchen das zugesetzte Follikelhormon keinen generellen Einfluß auf das Wachstum der Keimlinge hatte.

---

Am Schluß dieser Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. Klewitz für das mir überlassene Thema sowie für seine Anregungen zu dieser Arbeit danken.

# Literatur


W. Schöller u. H. Göbel. Die Bedeutung des Fo[illegible]elhormons für die Pflanze. Biochem. Z. Bd. 240 u. Bd. 251.

v. Euler u. H. Larson. Ztschr. für physiol. Chemie [illegible]934.

A. J. Virtanen. Biochem. Z. 1934

Nadeja Kolarowa. Eigenschaften und Konstitution des Follikelhormons. München Med. Diss. v 12. 11. 34.

Hans Orth. Die Wirkung des Follikelhormons auf die Entwicklung der Pflanze. Berlin. Phil. Diss. v. 14. 12. 34.

Scharer u. Schropp. Ztschr. für Pflanzenernährung 1934.

Küstner. Ztschr. für Geburtshilfe u. Gynäkologie 1932.

Harder und Störmer. Jahrbuch wiss. Botanik 1934.

Janot. Cmpt. rend. Ac. sc. Paris 1934.

A. Butenandt. Ergebnisse und Probleme in der biochem. Erforschung der Keimdrüsenhormone. Naturwissenschaften 1936.

# Lebenslauf

Am 3. April 1914 wurde ich, Walter Beykirch, als Sohn des Tiefbauunternehmers Karl Beykirch und seiner Frau Pauline, geb. Reumschüssel, in Viernau (Thüringen) geboren.

Meine Schulbildung erhielt ich auf dem staatlichen Reformrealgymnasium zu Schmalkalden, wo ich Ostern 1934 die Reifeprüfung ablegte. Nach Ableistung meines Arbeitsdiensthalbjahres widmete ich mich dem Studium der Medizin und verbrachte meine ersten 5 Semester an der Philipps-Universität in Marburg, wo ich nach dem 2. Semester das Vorphysikum und nach dem 5. Semester den 2. Teil der ärztlichen Vorprüfung bestand. Anschließend studierte ich 2 Semester in München und 1 Semester in Rostock. Die beiden letzten Semester verbrachte ich wieder in Marburg.

Meine Hochschullehrer waren:

in Marburg:

Alverdes, Becher, Claussen, Dabelow, Dittler, Gremels, Grüneisen, Kehrer, Klapp, Klewitz, Meerwein, Nauck, Pfannenstiel, Rix, Strekker, Versé, Uffenorde, Wiskott, Zeiger.

in München:

Borst, Magnus, Meyer, Schittenhelm. Stepp, Straub.

in Rostock: Comberg, Haselhorst, Lehmann.